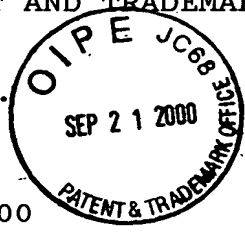


0420 #5  
1-10-01

Docket No. 500.39008X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): WATANABE, et al.  
Serial No.: 09/654,089  
Filed: September 1, 2000  
Title: METHOD FOR SENDING NOTICE OF FAILURE  
DETECTION



LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

September 21, 2000

Sir:

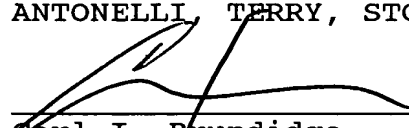
Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the  
applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on:

Japanese Patent Application No. 11-275704  
Filed: September 29, 1999

A certified copy of said Japanese Patent Application is  
attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

  
\_\_\_\_\_  
Carl I. Brundidge  
Registration No. 29,621

CIB/ssr  
Attachment

日 本 国 特 許  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年 9月29日

出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第275704号

出 願 人  
Applicant (s):

株式会社日立製作所

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年 8月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 進



出願番号 出願第2000-206700号

【書類名】 特許願

【整理番号】 P0144JP

【提出日】 平成11年 9月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/46

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下 1 番地 株式会社日立製作所 エ  
                        ンタープライズサーバ事業部内

    【氏名】 渡部 謙

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下 1 番地 株式会社日立製作所 エ  
                        ンタープライズサーバ事業部内

    【氏名】 安江 利一

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県秦野市堀山下 1 番地 株式会社日立製作所 エ  
                        ンタープライズサーバ事業部内

    【氏名】 綿貫 達哉

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

    【識別番号】 100107010

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 橋爪 健

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 054885

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 障害検出通知方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 及び第 2 の装置に内蔵された第 1 及び第 2 のネットワークインタフェース間を、送信用伝送路と受信用伝送路を有する回線で接続するシステムにおける障害検出通知方法であって、

第 1 及び第 2 のネットワークインタフェースは、回線又は自装置の障害を表すための利用可否信号を送信用伝送路に定期的に送信し、

第 1 の装置は、接続相手の第 2 の装置の第 2 のネットワークインタフェースからの利用可否を示す信号を受信用伝送路から一定期間以上検出できないとき、障害が発生したと判断し、

第 1 の装置の第 1 のネットワークインタフェースは、第 2 の装置の第 2 のネットワークインタフェースへ送信すべき利用可否を示す信号の送信を停止することにより、

障害発生を通知するようにした障害検出通知方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の障害検出通知方法において、

第 1 の装置の第 1 のネットワークインタフェースから利用可否を示す信号の送信を停止した際、

第 1 の装置は、一定期間経過後に、送信側伝送路上に利用可否を示す信号の定期的な送信を開始し、その後、受信側伝送路上で利用可否を示す信号を検出できるかどうか監視し、

第 1 の装置は、受信側伝送路上に一定期間以上利用可否を示す信号を検出できなかった場合には、障害から復旧していないと判断し、送信側伝送路上に定期的に送信していた利用可否を示す信号を再び送信停止し、

一方、受信側伝送路上に利用可否を示す信号を一定期間以上連続して検出できた場合には、障害から復旧したと判断し、以後、定期的な利用可否を示す信号の送信を続けると共にデータ通信を再開することを特徴とする障害検出通知方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の障害検出通知方法において、

第 1 又は第 2 の装置は、複数のネットワークインタフェースをグループ化して備え、

グループ内のひとつのネットワークインタフェース又はそれに接続された受信側伝送路が障害となり、受信側伝送路から利用可否を示す信号を検出できなかった場合、グループ内の全てのネットワークインタフェースから利用可否を示す信号の送信を停止することを特徴とする障害検出通知方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、障害検出通知方法に係り、特に、装置 A 及び B を、装置 A から装置 B へデータを送信するために使う伝送路と、装置 B から装置 A へデータを送信するために使う伝送路の独立した 2 本の伝送路とにより対にして接続し、2 台の装置間で相互にデータを通信するシステムにおける障害検出通知方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ツイストペアケーブルや光ファイバケーブルを用いて IEEE 802.3 (IE EE: The Institute of Electrical and Electronics Engineers) に規定された方式により通信をおこなう装置では、2 台の装置を 1 本のケーブルを用いて 1 対 1 (point to point) に相互に接続する。ここで言う装置とは計算機や計算機を収容する集線装置、ルータ、LAN スイッチなどインターネットワーク装置のことを示しており、例えば LAN スイッチと呼ばれるネットワーク接続装置にツイストペアケーブルを用いて計算機を収容するような場合を考える。ここでこの 2 台の装置を装置 A / 装置 B と呼ぶこととすると、装置 A と装置 B の間を接続するケーブルには複数の伝送路が内蔵され、装置 A が装置 B と通信する際には装置 A から装置 B へデータを送信する伝送路と装置 A が装置 B からデータを受信する伝送路には独立した伝送路を用いる。例えば 10 Base-T 技術ではツイストペアケーブルを用いるが、ツイストペアケーブルでは 2 本の導線を 1 対の伝送路とし

複数対の伝送路が 1 本のケーブルに内蔵されており、うち 1 対を送信用にもう 1 対を受信用に用いる。また、1 0 0 B a s e - F X と呼ばれる技術では光ファイバケーブルを用いるが、光ファイバケーブルには複数本の光ファイバが内蔵されており 1 本を送信用にもう 1 本を受信用に用いる。

#### 【0 0 0 3】

上述の通信方式では、ケーブルによって接続された 2 台の装置が通信できる状態にあるかどうか検出するための仕組みを持っている。すなわち、装置 A は装置 B にデータを送信するための伝送路上にデータを送信だけでなくデータを送信していない期間にはデータとは違う特定の信号を定期的にまたは定常的に送信し、一方、装置 B ではデータを受信する伝送路を常に監視し装置 A が送信するデータまたはデータではない特定の信号を検出することにより、装置 A から装置 B へデータを送信できる状態になっていることを確認する。データではない特定の信号としては、ツイストペアケーブルを用いる方式では主にリンクパルスと呼ばれる信号を用い、また、光ファイバケーブルを用いる方式では受信クロックを再生するために送るアイドル信号を利用する方法がある。装置 B はこれらの信号を受信することにより、装置 A および装置 A から装置 B へデータを送信する伝送路が正常に動作していることを知ることができる。さらに、装置 B から装置 A へデータを送信するための伝送路上でも同様の処理を行う。これにより装置 A と装置 B 間の伝送路が正しく接続され、また相手装置に障害が発生しておらず、装置 A と装置 B が相互に通信できる状態にあることを確認することができる。

#### 【0 0 0 4】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来技術では、装置 A は装置 B から送信されるデータを受信する伝送路の信号を監視しているため装置 B から信号が送られて来なくなることを検出することで装置 B から装置 A へデータを送信する伝送路の障害を知ることができる。しかし、装置 A から装置 B へデータを送信する伝送路の障害は装置 A 自身は検出することができない。I E E E 8 0 2 . 3 では装置 B が装置 A からデータを受信する伝送路の障害を検出した場合、装置 A にデータを送信する伝送路に流す信号を変えて装置 A に障害を通知する手段をオートネゴシエーションの遠端障害通知機能

として定義している。しかしこの障害通知機能は、例えば 100Base-TX と呼ばれる技術ではオートネゴシエーション機能をオプションとして定義されており、また、1000Base-X と呼ばれる技術ではオートネゴシエーションを標準機能と定義しているがこれを無効にすることを許しているため、必ずしもこれらの伝送技術をサポートしている全ての装置で遠端障害通知機能が利用できるとは限らない。このため 2 台の装置間を接続する伝送路のうち一方向の伝送路だけに障害が発生した場合に、発生した障害を両端の装置で確実に検出する手段がない。

#### 【0005】

本発明は、以上の点に鑑み、回線の一部又は相手装置に障害が発生した場合でも確実に障害を検出できるようにすることを目的とする。本発明は、また、相手装置への障害通知手段として回線の動作状態を調べる既存技術のみを用いることにより、相互接続性を損なわず、また、新しい制御プロトコルも不要とした障害検出通知方法を提供することを目的とする。また、本発明は、障害が復旧された際に、簡単な信号の送受信のみで運用停止状態から正常運用状態に切り換えることを目的とする。

#### 【0006】

さらに、本発明を適用する装置を用いて二重化システムを組むことにより、システムの系全体を高速、確実に切替えることを目的とする。また、本発明は、装置内にインタフェースをグループ化して複数備えた場合、グループ内の他の回線又は装置の障害を検出すると、簡単な信号の送受信のみで、グループ毎に運用停止状態とし、障害が復旧されたとき正常運用状態に切り替えることを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明においては、2 台の装置を接続する伝送路にはデータを送信していない時でも両装置の接続状態の確認やクロックの送信のために何らかの信号が送られている。また、伝送路に送信されている信号を受信側で監視して受信側伝送路がデータ送信をできる状態になっているかどうかを検出する機能は全ての装置がサポ



ートしている。そこで、例えば、装置Aにおいて、装置Bからデータを受信する伝送路で障害が発生したことを検出した場合を考える。このとき、装置Aは、装置Bへデータを送信する伝送路に対して一切の信号を送ることを意図的に停止する。このようにすることで、装置Bでは装置Aからデータを受信する伝送路で障害が起きたと判断するため、2台の装置を1対1に接続する伝送路のうち一方向の伝送路だけに障害が発生した場合にでも確実に両装置において障害の発生を検出することができる。

## 【0008】

本発明の解決手段によると、

第1及び第2の装置に内蔵された第1及び第2のネットワークインタフェース間を、送信用伝送路と受信用伝送路を有する回線で接続するシステムにおける障害検出通知方法であって、

第1及び第2のネットワークインタフェースは、回線又は自装置の障害を表すための利用可否信号を送信用伝送路に定期的に送信し、

第1の装置は、接続相手の第2の装置の第2のネットワークインタフェースから利用可否を示す信号を受信用伝送路から一定期間以上検出できないとき、障害が発生したと判断し、

第1の装置の第1のネットワークインタフェースは、第2の装置の第2のネットワークインタフェースへ送信すべき利用可否を示す信号の送信を停止することにより、

障害発生を通知するようにした障害検出通知方法を提供する。

## 【0009】

また、本発明の特徴としては、以下の事項が例示される。

本発明の特徴1として、

2台の装置に内蔵されたネットワークインタフェース間を送信用伝送路と受信用伝送路が電氣的に分離された回線で接続するシステムにおいて、

接続相手装置のネットワークインタフェースからデータを受信するための伝送路上で伝送路の利用可否を示す信号を一定期間以上検出できず障害が発生したと判断した場合に、該接続相手装置のネットワークインタフェースへデータを送信

するために使う伝送路上に定期的に送信していた伝送路の利用可否を示す信号を意図的に送信停止し同時にデータ送信も停止することで、該接続相手装置に対して障害発生を通知することを特徴とする障害検出通知方式を提供する。

【0 0 1 0】

また、本発明の特徴 2 として、

特徴 1 記載の障害検出通知方式において、

接続相手装置のネットワークインタフェースからデータを受信するための伝送路上で伝送路の利用可否を示す信号を一定期間以上検出できず障害が発生したと判断し、該接続相手装置のネットワークインタフェースへデータを送信するために使う伝送路上に定期的に送信していた伝送路の利用可否を示す信号を意図的に送信停止し、

一定期間経過後、前記送信側伝送路上に前記利用可否を示す信号の定期的な送信を開始し、その後前記受信側伝送路上で前記利用可否を示す信号を検出できるかどうか監視し、

もし前記受信側伝送路上に一定期間以上前記利用可否を示す信号を検出できなかった場合には障害から復旧していないと判断し、前記送信側伝送路上に定期的に送信していた前記利用可否を示す信号を再び意図的に送信停止し、さらに一定期間経過後、前記送信側伝送路上に前記利用可否を示す信号の定期的な送信を開始し、前記受信側伝送路を監視する処理を受信側伝送路上に前記利用可否を示す信号を検出するまで繰り返し、

また、もし前記受信側伝送路上に前記利用可否を示す信号を一定期間以上連続して検出できた場合には障害から復旧したと判断し、以後、定期的な前記利用可否を示す信号の送信を続けると共にデータ通信を再開することを特徴とする障害復旧の復旧の検出通知方式を提供する。

【0 0 1 1】

また、本発明の特徴 3 として、

2 台の装置にそれぞれ内蔵されたネットワークインタフェース間を送信用伝送路と受信用伝送路が電氣的に分離された回線で接続するシステムであって、

特徴 1 記載の障害検出通知方式に従って伝送路の利用可否を示す信号の送信を

停止し同時にデータ通信を停止する機能と、

特徴 2 記載の障害検出通知方式に従って伝送路の利用可否を示す信号の送信を再開し同時にデータ通信も再開する機能とを有するネットワークインタフェースおよび該ネットワークインタフェースを内蔵する装置を提供する。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の特徴 4 として、

2 台の装置に内蔵されたネットワークインタフェース間を送信用伝送路と受信用伝送路が電氣的に分離された回線で接続するシステムにおいて、

特徴 1 記載の障害検出通知方式に従い、受信側伝送路で障害が発生したと判断した場合に外付けのプロセッサの介入を必要とせずに自動的に送信側伝送路に流す利用可否を示す信号の送信を停止する機能を 1 チップに集積したことを特徴とするネットワークインタフェース制御用半導体デバイスを提供する。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の特徴 5 として、

特徴 4 記載の半導体デバイスであって、特徴 4 記載の機能に加えて、

特徴 2 記載の障害復旧検出通知方式に従い、受信側伝送路の障害が復旧したと判断した場合に外付けのプロセッサの介入を必要とせずに自動的にデータ送信を再開する機能とを有し、

これらの機能を 1 チップに集積したことを特徴とするネットワークインタフェース制御用半導体デバイスを提供する。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の特徴 6 として、

2 台の装置に内蔵されたネットワークインタフェース間を送信用伝送路と受信用伝送路が電氣的に分離された回線で接続し該ネットワークインタフェースを 1 個以上有するネットワークシステムにおいて、

前記ネットワークインタフェースをグループに分類し、各グループには該ネットワークインタフェースが少なくとも 1 個以上属し、単一の該ネットワークインタフェースが複数グループに重複して属することを許すものとし、

前記各ネットワークインタフェースは特徴 1 記載の障害検出通知方式に従い、

受信側伝送路で障害が発生したと判断した場合に送信側伝送路に流す利用可否を示す信号の送信を停止する機能を有するものとし、

前記グループに属する少なくとも 1 個以上のネットワークインタフェースにおいて障害を検出した場合に該障害を検出したネットワークインタフェースと同じグループに属する全てのネットワークインタフェースにおいて送信側伝送路に伝送路の利用可否を示す信号の送信を停止する機能を有することを特徴とするネットワーク装置を提供する。

【0015】

また、本発明の特徴 7 として、

特徴 6 記載のネットワーク装置であって、特徴 6 記載の機能に加えて、

前記各ネットワークインタフェースは特徴 2 記載の障害復旧の検出通知方式に従い、受信側伝送路の障害が復旧したと判断した場合に送信側伝送路に流す利用可否を示す信号の送信を継続すると同時にデータ通信を再開する機能を有するものとし、

特徴 6 記載の障害発生を検出したネットワークインタフェースにおいて、障害検出から一定期間後に障害復旧を検出した場合に該インタフェースと同じグループに属する全てのネットワークインタフェースにおいて送信側伝送路に伝送路の利用可否を示す信号を送信開始しデータ通信を再開する機能を有することを特徴とするネットワーク装置を提供する。

また、本発明の特徴 8 として、

特徴 6 記載の装置を用いて複数系統の冗長経路を有するネットワークシステムを構築し、障害発生時の切り替え単位に従って特徴 6 記載のグループを設定することにより、

障害発生時に障害発生部位を高速、確実に切り離し冗長経路の切り替えを支援することを特徴とするシステムを提供する。

【0016】

また、本発明の特徴 9 として、

特徴 7 記載の装置を用いて複数系統の冗長経路を有するネットワークシステムを構築し、障害発生時の切り替え単位に従ってグループを設定することにより、

障害発生時に障害発生部位を高速、確実に切り離し、また、障害復旧時に障害から復旧した部位を確実に再接続し直すことにより冗長経路の切り替えを支援することを特徴とするシステムを提供する。

【0017】

【発明の実施の形態】

(1) 第1の実施の形態

本発明を示す第1の実施の形態を説明する。本実施の形態では2台の装置A、Bを複数の伝送路を内蔵する1本のケーブルで1対1に接続し、装置Aから装置Bへデータを送信する伝送路と装置Bから装置Aへデータを送信する伝送路に独立した伝送路を使用する場合について説明する。なお、ここで説明する装置は、例えば、計算機や、計算機を収容する集線装置、ルータ、LANスイッチなどインターネットワーク装置のことを示している。

【0018】

まず、図1を用いて装置A、装置Bの構成を説明する。図1は、本発明の回線障害検出通知方式を備える装置およびその装置を用いた通信システムの例を示す図である。装置A1000、装置B1100はそれぞれネットワークインタフェース1010、1110、および上位層制御部1016、1116を備える。両装置はどちらも1個以上のネットワークインタフェースを有し、他の装置と相互に接続しているが、図1には、一例として、そのうち装置Aと装置Bを接続している1個のネットワークインタフェースのみを示す。ネットワークインタフェース1010、1110は以後インタフェース1010、1110と略記する。インタフェース1010、1110はデータ送受信制御部1015、1115、物理層制御部1011、1111、回線制御部1014、1114を備える。さらに、物理層制御部1011、1111は受信制御部1012、1112、送信制御部1013、1113を備える。装置A1000と装置B1100は、装置Aから装置Bへデータを送信する伝送路1201と装置Bから装置Aへデータを送信する伝送路1202を収容する回線1200で相互に接続されている。

【0019】

上位層制御部1016、1116の機能は装置A1000、装置B1100が

どのような装置であるかによって適宜のものを採用することができ、例えば計算機であれば演算装置及び記憶手段を持ちインタフェース1010、1110へのデータ送受信をつかさどるプロトコル制御機能等を有することになり、また、インターネットワーク装置であれば中継エンジンを持ちインタフェース1010、1110から受信するデータを別のインタフェースへ中継する機能等を有する。どちらの場合でも上位層制御部1016、1116は、相手装置1100、1000または相手装置と相互に接続する回線1200が正常に動作しなくなった場合、回線制御部1014、1114から報告を受け対応する処理を実行する機能を有していても良い。データ送受信制御部1015、1115は物理層制御部1011、1111と上位層制御部1016、1116の間に位置し、MAC (Media Access Control) 層に相当する機能の制御を行う。

#### 【0020】

物理層制御部1011、1111のうち送信制御部1013、1113はデータ送受信制御部1015、1115から受け取ったデータを物理層の仕様に従った符号化処理を行った後に回線1200に出力し、また、受信制御部1012、1112は逆に回線1200から受信した信号に物理層の仕様に従った復号化処理を施し、得られたデータをデータ送受信制御部1015、1115に渡す働きをする。また、伝送路1201の性質によっては、送信制御部1013、1113は回線制御部1014、1114の指示に従って、データを送信していない期間に伝送路1201に対して相手装置で接続性を確認するための信号や相手装置の物理層制御部1011、1111で使用するクロックを送ることを目的とした信号などのデータではない信号（各種制御信号）を送信する機能も有する。さらに受信制御部1012、1112は伝送路1202に流れている上述のような接続性の確認のための信号やクロックを送ることを目的とした信号を受信することにより相手装置との接続性や、伝送路又は装置に障害がないこと等の伝送路・装置・システムの利用可否を確認して、回線制御部1014、1114に通知する機能も有する。例えば、回線1200にツイストペア線を用いる10Base-T技術では、上述のデータではない信号（制御信号）はデータを送信していない期間に定期的に送信するリンクパルスに相当し、また、回線1200に光ファイ

バを用いる 100Base-FX と呼ばれる技術では上述のデータではない信号（制御信号）はデータを送信していない期間に連続して送信するアイドル信号に相当する。

#### 【0021】

これ以後、ここで述べた相手装置との接続性を確認することや、伝送路又は装置の障害がないことを確認することに利用可能な全ての伝送路・装置・システム等の利用可否を示す信号、例えば、リンクパルスのようなデータではない信号やアイドル信号、データ信号などのことを総称して「リンクアップ信号」と呼ぶ。

「リンクアップ信号」は、必ずしも相手装置との接続性を確認することを目的として送信する信号とは限らないが、データ信号のようにデータが送られてくことで接続性を確認することができる信号も含む。また、リンクアップ信号を検出していない状態とは、相手装置との接続性を確認できる信号等の利用可否を示す信号を一切受信していない状態のことを示す。なお、この信号については 10Base-T 技術や 100Base-FX 技術などを利用する場合には IEEE 802.3 標準に従うものとする。回線制御部 1014、1114 は受信制御部 1012、1112 から相手装置との接続性確認情報を受け、また、送信制御部 1013、1113 に対して伝送路 1201 に相手装置で接続性を確認するための信号や相手装置の物理層制御部 1011、1111 で使用するクロックを送ることを目的とした信号を送信する指示を出す機能を有する。

#### 【0022】

本実施の形態では、一例として、装置 A 1000 のインタフェース 1010 と装置 B 1100 のインタフェース 1110 を回線 1200 によって相互に接続しデータ通信を行っている場合についてのみ説明するが、これに限られるものでもない。装置 A 1000 および装置 B 1100 の上記以外のインタフェースの動作は本実施の形態では規定せず、本実施の形態と同じ処理をしても構わないしまた、別の処理をしても構わないものとする。

#### 【0023】

次に装置 A 1000、装置 B 1100 が回線 1200 の障害を検出する手順を説明する。

まずはじめに、図2を用いて両装置の電源が切れている状態から電源を投入する際の手順を説明する。図2は本発明の回線障害検出通知方式による装置電源投入から正常運用開始状態または運用停止状態に至る処理手順例を示す図である。この場合、装置Aと装置Bは全く同じ動作をするため、図2では代表して装置A 1000の場合を説明する。

#### 【0024】

まず、電源を投入する（処理2001）と、回線制御部1014は物理層制御部1011の送信制御部1013に対してリンクアップ信号を接続相手装置B 1100に対して送信するよう指示し、これを受けて送信制御部1013はリンクアップ信号を接続相手装置B 1100に対して送信開始する（処理2002）。この後、回線制御部1014は一定期間を監視する起動時タイマ1017を起動する（処理2008）。この起動時タイマ1017は処理を開始してから一定時間が経過したかどうか判断するために用いるため、初期値としてある一定値を設定し時間の経過と共に減算し値が0になったら満了とみなす。初期値としては、装置の電源を入れてから準備が完了してデータ通信を開始できるまでに必要な時間、例えば、10秒、30秒、装置によっては1分程度の値を用いることができる。次に、回線制御部1014は物理層制御部1011の受信制御部1012の状態を調べ、伝送路1202からリンクアップ信号を受信したか確認する（処理2003）。

#### 【0025】

そして、処理2003の結果に従って次の判断をする（処理2004）。すなわち、もしリンクアップ信号を受信していたらこれを回線制御部1014に通知し、回線制御部1014は相手装置B 1100のインタフェース1110および回線1200においてデータを送受信する準備が整ったと判断し、処理2008で起動した起動時タイマ1017を停止し（処理2009）、インタフェース1010は通常の運用状態に入る（処理2005）。ただし、処理2005においては、この時点では後述の運用状態の監視はまだ行わない。そして、一定時間経過後に、正常運用をしながら運用状態を監視する状態に入る（処理3001）。この一定時間をここでは不感時間と呼ぶが、不感時間が必要な理由は後述する。



また、処理 2004 においてリンクアップ信号を受信していなければまだ準備が整っていないとして次の処理 2006 に移る。処理 2006 では処理 2008 で起動した起動時タイマ 1017 が満了したかどうか調べる。もし満了していれば十分な時間が経過しても相手装置 B 1100 のインタフェース 1110 または回線 1200 の準備が完了していないものと判断し、処理 2008 で起動した起動時タイマ 1017 を停止し（処理 2009）、インタフェース 1010 は運用を停止した状態に入る（処理 2007）。ただし、処理 2007 においては、この時点では後述の運用状態の監視はまだ行わない。そして、一定時間経過後に、運用停止でありながら運用状態の監視を行う状態に入る（処理 4001）。この一定時間は前述の不感時間と同じである。また、処理 2006 において処理 2008 で起動した起動時タイマ 1017 がまだ満了していない場合には処理開始後まだ十分な時間が経過していないため、処理 2003 に戻り、これまでの処理を繰り返す。

#### 【0026】

以上の説明のように、電源投入時には受信制御部 1012（または 1112）からリンクアップ信号を受信していなくても送信制御部 1013（または 1113）からリンクアップ信号を一定時間送信し続けることにより、相手装置 1100（または 1000）および回線 1200 の準備が整いデータ通信ができるようになり次第、速やかに通常の運用状態に移行できるようにする。

#### 【0027】

次に図 3 を用いて、装置 A、装置 B 共に正常運用を開始した後、データを装置 B 1100 から装置 A 1000 へ送信する伝送路 1202 または、装置 B 1100 の送信制御部 1113 において障害が発生しデータ通信ができなくなった場合に障害を検出する手順を説明する。図 3 は、本発明の回線障害検出通知方式による正常運用開始状態から障害を検出して運用停止状態に至る処理手順例を示す図である。本来装置 A 1000 と装置 B 1100 は同じ機能を持っているためここでは装置 A 1000 の処理手順のみを示すものとし、装置 B 1100 の処理手順は装置 A 1000 の処理手順と同じとする。

#### 【0028】

まずはじめに、装置A 1000が正常運用に入った時点（処理3001）から説明する。処理3001の後、まず回線制御部1014は物理層制御部1011の受信制御部1012の状態を調べ、伝送路1202からリンクアップ信号を受信したか確認する（処理3003）。処理3003の結果に従って次の判断をする（処理3004）。すなわち、もしリンクアップ信号を受信していたら相手装置B 1100のインタフェース1110および回線1200が引き続きデータ転送をできる状態にあると判断し、一定時間待った後（処理3005）処理3003に戻る。また、処理3004においてリンクアップ信号を受信していなければ相手装置B 1100のインタフェース1110および回線1200には何らかの障害が発生しデータ通信を継続できなくなったと判断し、処理3006へ移る。処理3006では、受信制御部1012等は、リンクアップ信号を受信しなくなったことを回線制御部1014に通知する（又は、回線制御部1014が、受信制御部1012の状態からこれを判断する）。回線制御部1014は、これを受けて送信制御部1013に対してリンクアップ信号の送信を停止するよう指示し（処理3007）、送信制御部1013はリンクアップ信号の送信を停止する。これにより装置A 1000のインタフェース1010は運用停止状態に入る（処理3009）。ただし、処理3009において、この時点では後述の運用状態の監視はまだ行わない。そして、一定時間経過後に、運用停止でありながら運用状態の監視を行う状態に入る（処理4001）。この一定時間は前述の不感時間と同じである。なお、処理3005において一定時間待つ理由は次の通りである。リンクアップ信号は送信制御部1113から定期的に送信される信号であり、受信制御部1012でリンクアップ信号を受信しなくなったことを検出するためには一定時間を要する。例えば、ツイストペアケーブルを用いる10Base-T技術では50～150ミリ秒と規定されている。このため、処理3003、3004、3005のループはこの時間よりも十分短い時間、例えば10ミリ秒程度で実行できればリンクアップ信号を検出しなくなったことを即座に知ることができ、これ以上高速に実行しなくてもよい。

#### 【0029】

一方、装置B 1100でも上記の装置Aの処理と同じ処理をおこなう。装置B

1100では伝送路1202の障害を直接検出することはできないが、装置A1000が伝送路1202の障害を検出して伝送路1201に対してリンクアップ信号を送信することを止めるため結果として障害を検出することができ、装置B1100のインタフェース1110は運用停止状態に入る。

#### 【0030】

以上の手順のように一方の伝送路1202で障害が発生したことを検出した場合、他方の伝送路1201に対して送信するリンクアップ信号の送信を強制的に停止することにより、回線1200の一部にでも障害が発生した場合装置A1000のインタフェース1010、装置B1100のインタフェース1110両方で障害を検出できる。この後、障害の原因が取り除かれ正常運用に戻る状態になった時、自動的に復帰するかオペレータが介在して手動で復帰するかは装置の運用方法に依存するが、ここではまず自動的に復帰する場合の手順を説明する。

#### 【0031】

図4を用いて自動的に復帰するよう装置A1000、装置B1100を設定した場合の処理手順を説明する。図4は、本発明の回線障害検出通知方式による運用停止状態から正常運用開始状態に至る処理手順例を示す図である。まず両装置が運用停止状態にある場合を考える。装置Aの処理4001と装置Bの処理4101はどちらも、図2に示す処理の結果、処理4001の運用停止状態になったものでも良いし、また、図3に示す処理の結果、処理4001の運用停止状態になったものでも良い。

#### 【0032】

まずはじめに、装置Aにおいては、処理4001の次に回線制御部1014が物理層制御部1011の送信制御部1013に対してリンクアップ信号の送信開始を指示する（処理4003）。これに従って送信制御部1013はリンクアップ信号を送信開始する（処理4004）。この後再び一定時間待つ（処理4005）。これも前述の不感時間と同じである。その後、回線制御部1014は受信制御部1012の状態を調べ、伝送路1202からリンクアップ信号を受信したか確認する（処理4006）。

#### 【0033】

そして、処理4006の結果に従って次の判断をする（処理4007）。すなわち、もしリンクアップ信号を受信していたら相手装置B1100のインタフェース1110および回線1200のいずれかで発生していた障害が解消し正常にデータ通信できる状態に戻ったと判断し、そのまま装置A1000は正常運用状態に戻る（処理4008）。処理4008は図2における処理2005と同じであり、不感時間経過後、処理4009（図2の処理3001と同じ）に移行する。また、処理4007においてリンクアップ信号を受信していなければ相手装置B1100のインタフェース1110および回線1200のいずれかで発生していた障害は解消しておらず依然としてデータ通信できない状態にあると判断し、処理4011に移る。処理4011では回線制御部1014は送信制御部1013に対してリンクアップ信号送信の停止を指示する。これに従い送信制御部1013はリンクアップ信号の送信を停止する（処理4010）。つぎに、一定時間待った後（処理4002）、処理4003に戻る。この一定期間は前述の不感時間と同じである。

## 【0034】

また、装置A1000の処理と並行して装置B1100では次のような処理を行う。まずはじめに回線制御部1114は受信制御部1112の状態を調べ、伝送路1201からリンクアップ信号を受信したか確認する（処理4103）。処理4103の結果に従って次の判断をする（処理4104）。すなわち、もしリンクアップ信号を受信していたら相手装置A1000のインタフェース1010および回線1200のいずれかで発生していた障害が解消し正常にデータ通信できる状態に戻ったと判断し処理4106に進む。処理4106では回線制御部1114が送信制御部1113に対してリンクアップ信号を送信開始するよう指示を出し、これに従い送信制御部1113はリンクアップ信号を送信開始する（処理4107）。そして装置B1100のインタフェース1110は正常運用状態に戻る（処理4108）。処理4108は図2における処理2005と同じであり、不感時間経過後、処理4109（図2の処理3001と同じ）に移行する。

## 【0035】

また、処理4104においてリンクアップ信号を受信していなければ相手装置

A1000のインタフェース1010および回線1200のいずれかで発生していた障害が解消しておらず依然としてデータ通信できない状態にあると判断し、処理4105に移る。処理4105では一定時間待った後に処理4103へ移行する。一定時間待つ理由は次のとおりである。リンクアップ信号は送信制御部1013、1113から定期的に送信される信号であり、受信制御部1012、1112でリンクアップ信号を検出していない状態からリンクアップ信号を検出した状態に移行するには一定時間を要する。例えば、ツイストペアケーブルを用いる10Base-T技術では24ミリ秒から72ミリ秒程度はかかる。このため、処理4103、4104、4105のループはこの時間より十分短い時間、例えば10ミリ秒程度で実行できればリンクアップ信号を検出したことを即座に知ることができ、これ以上高速に実行しなくてもよい。

#### 【0036】

ここでは装置A1000では処理4001から始まる処理フローを、装置B1100では処理4101から始まる処理フローを実行するように説明したが、両処理フローは装置A1000、および装置B1100両方で実行すべきものである。処理4001から始まり自発的にリンクアップ信号を送信し相手装置の状態を確認する処理フローは、一定時間の周期を持って実行する。周期は、処理4002と処理4005の不感時間により決まる周期より長く、回線障害が解消した場合に速やかに検出できる程度の時間とする。例えば、ツイストペアケーブルを用いる10Base-T技術では0.3～0.5秒程度が良いと考えられる。これより長い周期にした場合には回線障害が解消しても検出が遅れて正常に通信できる状態に戻る時間が遅くなる。また、処理4101から始まり定期的にリンクアップ信号を受信していないか確認する処理もまた一定期間の周期を持って実行する。周期は処理4102の不感時間と処理4105の待ち時間により決まる周期より長く、回線障害が解消した場合に速やかに検出できる程度の時間とする。例えば、ツイストペアケーブルを用いる10Base-T技術では0.3～0.5秒程度が良いと考えられる。これより長い周期にした場合には回線障害が解消しても検出が遅れて正常に通信できる状態に戻る時間が遅くなる。この2系統の処理を並行して実行することにより速やかに障害からの復旧を検出して正常運用

状態に戻ることができる。

### 【0037】

図7に、第1の実施の形態の回線障害検出通知方式によるインタフェースの状態遷移例を表す図を示す。図7は、以上、図2から図4で説明した装置A1000のインタフェース1010および装置B1100のインタフェース1110の状態遷移を示したものである。

図7では、図2の処理による、「電源オフ、運用停止状態」から「正常運用運転、運用状態の監視なし」を経て「正常運用状態、運用状態の監視あり」への状態遷移、及び、「電源オフ、運用停止状態」から「運用停止状態、運用状態の監視なし」を経て「運用停止状態、運用状態の監視あり」への状態遷移を示す。また、図3の処理による、「正常運用状態、運用状態の監視あり」から「運用停止状態、運用状態の監視なし」を経て「運用停止状態、運用状態の監視あり」への状態遷移を示す。また、図4の処理による、「運用停止状態、運用状態の監視あり」から「正常運用状態、運用状態の監視なし」を経て「正常運用状態、運用状態の監視あり」への状態遷移を示す。

### 【0038】

ここで、前述の不感時間が必要な理由を説明する。例えば、装置A1000と装置B1100が両方ともデータ通信できない運用停止状態にあり、この状態から装置Aのインタフェース1010がリンクアップ信号を送信することをきっかけとして両装置が正常運用状態に復帰する場合、すなわち図4の場合を考える。まず、装置A1000の回線制御部1014の指示に従って送信制御部1013がリンクアップ信号を送信すると、リンクアップ信号は伝送路1201を伝わり装置B1100の受信制御部1113がそれを受信して回線制御部1114がリンクアップ信号受信を認識する。これに対して装置B1100の回線制御部1114は送信制御部1123にリンクアップ信号を送信することを指示し送信制御部1113はリンクアップ信号を送信する。このリンクアップ信号は伝送路1202を伝わり装置A1000の受信制御部1012がそれを受信して回線制御部1014がリンクアップ信号の受信を認識する。ここまで処理してはじめて両装置が正常運用状態に復帰することができる。受信制御部1012、1112では

リンクアップ信号を受信し始めてからリンクアップ信号を受信して伝送路が利用可能になったことを認識するまでに時間を要する。

#### 【0039】

例えば、ツイストペアケーブルを用いた10Base-T技術では、データの転送が行われていない期間中はリンクパルスと呼ばれるパルスを16ミリ秒±8ミリ秒間隔で送信し、これを定常的に受信していることで伝送路が利用可能であることを認識する。このため、上記復帰のシーケンスは装置A1000の送信制御部1012がリンクアップ信号を送信してから装置A1000の受信制御部1013がリンクアップ信号を受信するまでの周期は最大50ミリ秒程度かかることになる。このため図4における処理4004で装置A1000がリンクアップ信号を送信しその後すぐに処理4006を実行すると、装置B1100から返ってくる反応が間に合わず装置A1000はデータ通信の準備ができていないと判断しリンクアップ信号の送信を止めてしまい、両装置は正常運用状態に戻れない。処理4004の後に不感時間だけ待ちそれから処理4006を処理すれば装置B1100がリンクアップ信号を認識して反応していれば装置A1000の受信確認処理に十分間に合い、両装置は正常運用状態に戻ることができる。

#### 【0040】

装置A1000、装置B1100共に正常運用状態にあって、何らかの障害が発生したことにより運用停止状態に入る場合には本来はこの不感時間は不要としてもよい。例えば、装置A1000と装置B1100を接続するケーブルが切断され、信号が通らなくなった場合などがこれに相当する。障害が発生しているため必ず一方の伝送路はリンクアップ信号を通さず、必ず両装置は運用停止状態になるからである。しかし、何らかの理由により強制的に運用停止状態にしたい場合、上記と同様にこの不感時間を設けないと運用停止状態にできない可能性がある。例えば、保守作業のために一時的に回線をダウンさせたい場合を考える。装置A1000が図7の状態遷移の「正常運用状態、運用状態の監視あり（処理3001）」の状態では回線を意図的にダウンさせ運用停止に入るとすると、まず装置A1000は「運用停止状態、運用状態の監視無し（処理3009）」の状態になる。この時装置A1000の不感時間を0とし装置Aは即座に「運用停止状

態、運用状態の監視あり（処理4001）」に移行し、かつ、回線の状態を監視して自動的に復帰する設定とした場合、これまでに説明したように相手装置B1100が完全に運用停止状態になるまでに時間がかかるため間違えて装置A1000は装置Bが運用を再開したものと誤認し運用を再開してしまう可能性がある。すなわち、装置A1000が図7の状態遷移において、処置3001→処理3009→処理4001→処理4008→処理3001と振動してしまう可能性がある。これを防ぐために不感時間を設定している。

#### 【0041】

以上のように、両装置の送信制御部1013、1113から定期的に一定期間リンクアップ信号を送信しこれに応答して相手装置の送信制御部1113、1013からリンクアップ信号が送信されてきたならば、障害が解消したものとして両装置とも正常運用状態に戻る。

#### 【0042】

なお、障害の原因を除去した後自動ではなく手動により復帰する場合には図2に示した電源投入時と同様の処理をおこなう方法も考えられ、また図4に示した自動復帰と同様の処理をおこなう方法も考えられる。必ずしも装置A1000と装置B1100を同時に同じように復帰できるとは限らず、操作の都合により時間がずれる可能性があるが、どちらの方法でも正常に復帰することができる。電源投入と同様の処理をおこなう場合、起動時タイマ1017、1117が満了する時間は電源投入時の処理と同じにしても構わないし、また、人間が2台の装置を操作する時間のずれを見込んだ時間を別に設定しても構わない。

#### 【0043】

### (2) 第2の実施の形態

本発明の第2の実施の形態を説明する。第2の実施の形態では第1の実施の形態で説明した本発明の回線障害検出通知方式を備える装置を用いて二重化されたネットワークシステムを構築し、障害発生時に障害部位を切り離し運用を続けるシステムを説明する。

#### 【0044】

まずはじめに、図6を用いて本実施の形態のシステムに使用する装置の構成を



説明する。図6は、本発明の回線障害検出通知方式を備える装置の例を示す図である。なお、ここで説明する装置は、第1の実施の形態と同様に、例えば、計算機を収容する集線装置、ルータ、LANスイッチなどインターネットワーク装置のことを示している。

図6に示す装置の構成例は第1の実施の形態の説明で用いた図1に示した装置A1000が持つ機能は全て持っており、加えて次の3つの機能を追加したものである。第1はネットワークインタフェースを $n$ 個（ $n$ は2以上の整数）持つことである（ネットワークインタフェース1010、1020、 $\dots$ 、10 $n$ 0）。図1の装置はネットワークインタフェースを1個以上持つとしていたが、本実施の形態では図6の装置がネットワークインタフェースを $n$ 個持つ場合を説明する。なお、図では説明の都合上ネットワークインタフェースは2個のみ記載しているが、実際には $n$ 個のネットワークインタフェースを有するものとする。個々のネットワークインタフェース1010、1020、 $\dots$ 、10 $n$ 0は回線1210、1220、 $\dots$ 、12 $n$ 0を介して別個の装置に接続しているものとする。第2は回線制御部1014、1024がそれぞれ回線運用停止要因記憶手段1018、1028を持つことである。回線運用停止要因記憶手段1018、1028は自ネットワークインタフェース1010、1020が制御する回線1210、1220の運用を停止する際、運用を停止した要因を記憶しておく手段である。第3は上位層制御部1016には自装置に収容するインタフェース1010、1020、 $\dots$ 、10 $n$ 0および各インタフェースに接続する回線1210、1220、 $\dots$ 、10 $n$ 0の組をグループ分けしてこれを記憶しておくグループ記憶手段1019を持つことである。例えばここでは、図6の装置では $n$ 本（ $n$ は整数）のインタフェース、回線が収容されているので、第1と第2のインタフェース1010、1020／回線1210、1220が第1のグループに属するものとし、第3～第5のインタフェース1030～1050／回線1230～1250が第2のグループに属するものとし、第6～第 $n$ のインタフェース1060～10 $n$ 0／回線1260～12 $n$ 0が第3のグループに属するものとして以後の説明をする。各インタフェースは少なくとも1個以上のグループに属し、各グループに属するインタフェースは少なくとも1個以上あるものとする。単一の

インタフェースが複数のグループに属しても構わない。グループ記憶手段 1019 には、各グループ毎にどのインタフェースが属するか、および各インタフェースの運用状態を記憶しておく。

#### 【0045】

図 13 に、グループ記憶手段 1019 のテーブル構成例を示す。なお、本実施の形態でもネットワークインタフェース 1010、1020 は以後インタフェース 1010、1020 と略記する。さらに、リンクアップ信号という言葉を実施の形態 1 で用いた内容と同じ意味で用いる。この例では、回路制御部 1014、1024、…、10n4 がどのグループに属するかを示したものである。「-」がグループメンバでないこと、「○」がグループメンバで正常運用中であること、「×」がグループメンバで障害により運用停止中であること、また「△」がグループメンバでグループ内他回線の障害により運用停止中であることを示す。例えば、グループ 2 には、回線制御部 1034、1044、1054、がグループメンバとして属し、正常運用されている。また、グループ 1 には、回線制御部 1014、1024 がグループメンバとして属するが、回線制御部 1014 は障害により運用停止中であり、回線制御部 1024 は正常運用中であることが示されている。

#### 【0046】

図 6 に示す装置 1000 の各インタフェース 1010、1020 では、電源投入時の処理手順は実施の形態 1 記載の手順と全く同じである。また、各インタフェース 1010、1020 に直結している回線 1210、1220 において発生した障害に関しては、主に、正常運用状態から回線障害を検出してから運用停止状態に至るまでの処理手順、運用停止状態から障害の回復を検出し正常運用状態へ復帰するまでの手順が実施の形態 1 記載の手順と異なる点を以下に説明する。それぞれインタフェース 1010 に着目して図 4、図 9、図 10、図 11、図 12 を用いて説明する。図 4 は、第 1 の実施の形態の回線障害検出通知方式による運用停止状態から正常運用開始状態に至る処理手順例を示す図であり、第 2 の実施の形態でもこの図を用いることができる。図 9 は、第 2 の実施の形態の回線障害検出通知方式による、正常運用状態から自インタフェースの障害を検出して運

用停止状態に至る処理手順例を示す図である。図10は、第2の実施の形態の回線障害検出通知方式による、正常運用状態から同一グループに属する他インタフェースの障害を検出して運用停止状態に至る処理手順例を示す図である。図11は、第2の実施の形態の回線障害検出通知方式による、障害が発生した回線を収容するグループに属する全回線制御部が運用停止状態に至る際の上位層制御部の処理フローを示す図である。図12は、第2の実施の形態の回線障害検出通知方式による、グループ全体の運用停止の要因となった障害発生回線において障害から復旧したことによりグループに属する全回線制御部が運用状態に至る際の上位層制御部の処理フローを示す図である。

## 【0047】

まず、正常運用状態から回線障害を検出してから運用停止状態に至るまでの処理を説明する。今仮に装置1000に接続するインタフェース／回線のうち少なくともインタフェース1010／回線1210および回線1210と同じグループに属するインタフェース1020／回線1220が正常に運用していた状態から、インタフェース1010に接続する伝送路1212において障害が発生したものとする。インタフェース1010は図9の処理手順で障害検出を始め、処理3001から処理3006までは実施の形態1と全く同様に処理する。処理3007で回線制御部1014が送信制御部1013に対してリンクアップ信号の送信停止を指示した後、処理9001で回線運用停止要因記憶手段1018に「自回線1210において障害が発生して運用を停止した」旨記録する。さらに処理9002で、回線制御部1014は上位層制御部1016に障害発生を通知する。インタフェース1010におけるその後の処理3008、3009は実施の形態1と同じである。

## 【0048】

一方、上位制御部1016は、図11に示すフローで処理を行う。上位層制御部1016は、インタフェース1010の回線制御部1014から障害発生の通知を受けると（処理11001）、グループ記憶手段1019を参照し障害が発生したインタフェース1010／回線1210と同じグループに属する全部のインタフェース／回線の番号を調べる（処理11002）。仮に回線制御部101

4が複数のグループに属しているならば、回線制御部1014が属する全てのグループについてグループに属しているインタフェース/回線の番号を調べる。その後、該当する全てのインタフェース/回線に対して強制的に運用停止状態に入るよう指示する(処理11003)。ここではインタフェース1020/回線1220が同じグループに属しているので、上位層制御部1016はインタフェース1020の回線制御部1024に対して強制的に運用停止状態に入るよう指示する。上位層制御部1016はグループ記憶手段1019のテーブルエントリを更新し、障害発生による停止状態、および強制停止停止状態であることを記録する(処理11004)。こうして、上位層制御部1016は処理を終了する(処理11005)。

#### 【0049】

また、強制的に運用停止状態に入るように指示された回線制御部1024は、図10に示すフローで処理をおこなう。まず、回線制御部1024は、正常状態において上位層制御部1016より運用停止指示を受ける(処理3001)。これにより、回線制御部1024は、自インタフェース1020に接続する回線1220に障害が発生しているかいないかに関わらず送信制御部1023にリンクアップ信号の送信停止を指示する(処理3007)。この時同時に、回線制御部1024は回線運用停止要因記憶手段1028に「他インタフェース1010に属する回線1210の障害により強制的に運用を停止した」旨記録する(処理10001)。回線制御部1024からの指示に従って送信制御部1023はリンクアップ信号の送信を停止し、インタフェース1020は運用停止状態に入る(処理3009)。すなわち、自回線の障害を検出して運用を停止するのではなく上位層制御部1016からの指示に従って運用を停止することとなる。インタフェース1010でもインタフェース1020でも運用停止状態(処理3009)に入った直後不感時間を設けるのは実施の形態1の場合と同様である。

#### 【0050】

次に運用停止状態から障害の回復を検出し正常運用状態へ復帰するまでの処理を説明する。今仮に装置1000に接続するインタフェース/回線のうち少なくともインタフェース1010/回線1210および回線1210と同じグループ

に属するインタフェース 1020/回線 1220 が回線 1212 の障害により上記の説明の手順で運用を停止していた状態から、伝送路 1212 が障害から復旧したものとする。復帰処理は該当する回線制御部の回線運用停止要因記憶手段に記録されている運用停止の理由により異なる。

#### 【0051】

障害が発生した回線 1210 を収容するインタフェース 1010 では運用停止状態に入った後、回線制御部 1014 の回線運用停止要因記憶手段 1018 の内容を調べる。この場合には「自回線 1210 において障害が発生して運用を停止した」と記録されている。このため、インタフェース 1010 は図 4 に示した処理手順と全く同じ処理手順で障害からの復旧を検出し復旧処理をおこなう。回線制御部 1014 は回線 1210 が復旧し処理 4008 または処理 4108 に達し正常運用を開始したら、その旨上位層制御部 1016 に通知する。

#### 【0052】

また、障害が発生した回線 1210/インタフェース 1010 と同じグループに属しているインタフェース 1020 でも運用停止状態に入った後、回線制御部 1024 の回線運用停止要因記憶手段 1028 の内容を調べる。この場合は「他インタフェース 1010 に属する回線 1210 の障害により強制的に運用を停止した」と記録されている。このため、インタフェース 1020 は図 4 に示した処理手順を実行せず自発的な復旧処理をおこなわない。自発的な復旧処理を行わない理由は、本来インタフェース 1020 では障害が発生していないため、図 4 に示した処理手順を実行すると仮に同一グループに属するインタフェース 1010 の障害が復旧していなかったとしてもインタフェース 1020 は即座に復旧してしまうためである。

#### 【0053】

一方、上位層制御部 1016 は、図 12 に示すフローで処理を行う。上位層制御部 1016 は、障害発生により運用停止状態にあったインタフェース 1010 から復旧した旨通知を受けたならば（処理 12001）、グループ記憶手段 1019 を参照し障害から復旧したインタフェース 1010 と同じグループに属する全インタフェース/回線の番号を調べる（処理 12002）。仮に回線制御部 1

014が複数のグループに属しているならば、回線制御部1014が属する全てのグループについてグループに属している回線制御部の番号を調べる。その後、該当する全てのインタフェース／回線に対して強制的な運用停止指示を解除し運用再開を指示する（処理12003）。ここではインタフェース1020が指示を受ける対象インタフェースに該当する。上位層制御部1016はグループ記憶手段1019のテーブルエントリを更新し、正常運用状態であることを記録する。インタフェース1020はこれまでは前述のように自発的な復旧処理をおこなっていなかったが、上位層制御部1016から指示を受けたことを契機として図4に示した処理手順と全く同じ処理手順を実行し障害からの復旧を検出し復旧処理をおこなう。こうして、上位層制御部1016は、処理を終了する（処理12005）。

#### 【0054】

図8は、第2の実施の形態の回線障害検出通知方式によるインタフェースの状態遷移例を表す図である。図8は、以上で説明した装置1000のインタフェース1110の状態遷移を示す。

図8では、図2の処理による、「電源オフ、運用停止状態」から「正常運用運転、運用状態の監視なし」を経て「正常運用状態、運用状態の監視あり」への状態遷移、及び、「電源オフ、運用停止状態」から「運用停止状態、運用状態の監視なし」を経て「運用停止状態、運用状態の監視あり」への状態遷移を示す。また、図4の処理による、「運用停止状態、運用状態の監視あり」から「正常運用状態、運用状態の監視なし」を経て「正常運用状態、運用状態の監視あり」への状態遷移を示す。また、図9の処理による、「正常運用状態、運用状態の監視あり」から「運用停止状態、運用状態の監視なし」を経て、運用停止した要因が自回線障害の場合、「運用停止状態、運用状態の監視あり」への状態遷移を示す。

#### 【0055】

また、図10の処理による、「正常運用状態、運用状態の監視あり」から「運用停止状態、運用状態の監視なし」への状態遷移を示し、また、運用停止した要因がグループ内他回線の障害の場合、強制的に運用が停止され、「運用停止状態、運用状態の監視なし、上位層制御部1016からの指示待ち」に遷移する。さ

らに、上位層制御部 1016 からの運用方向指示により「運用停止状態、運用状態の監視あり」への遷移し、以下図4の処理により正常運用状態に遷移する。

#### 【0056】

以上に説明した機能を追加した装置を用いてネットワークシステムを組み、回線障害の検出通知を行う処理手順を図5を用いて説明する。図5は図6で説明した本実施の形態の回線障害検出通知方式を備える装置を用いたネットワークシステム構成例を示す図である。まず、各部の説明をする。

#### 【0057】

装置C5001、装置D5002、装置E5003、装置F5004、装置G5005、装置H5006、装置J5007はそれぞれ図6において説明した本発明の回線障害検出通知方式を備える装置である。伝送路5101～5124は装置C5001から装置J5007を相互に接続する伝送路であり、図中伝送路の矢印はデータを伝送する方向を示す。奇数番号の伝送路とその番号より1多い番号の伝送路は同一組み合わせの装置を逆方向に接続する伝送路であり、この2本の伝送路1組で1本の回線を構成する。本実施の形態では例えば、装置C5001から装置E5003へデータを送信する伝送路5104を伝送路CE5104と呼び、逆に装置E5003から装置C5001へデータを送信する伝送路5103を伝送路EC5103と呼ぶこととする。また、伝送路CE5104と伝送路EC5103の組を回線EC5103または回線CE5104と呼ぶこととする。図5に示すシステムは装置E5003、F5004およびこの装置に接続する回線に着目し、装置E5003およびこの装置に直接接続する全ての回線を0系とし、装置F5004およびこの装置に直接接続する全ての回線を1系とする冗長構成を取る。図5では0系を太線で、1系を二重線で示している。通常は0系または1系どちらか一方だけを使って通信をおこない、他方を予備系として運用する。ここでは一例として、装置C5001、D5002、E5003、F5004のうちどの1台が壊れても、または装置G5005、H5006、J5007と装置E5003、F5004とを相互に接続するどの回線が壊れても系全体が予備系に切り替わり、他の回線／装置を利用して迂回できデータ通信を継続できる構成としている。また、ここでは装置G5005、H5006、J50

07は計算機群を直接収容する装置であり、冗長構成とはしていない。なお、冗長構成の一方の系に障害が発生して系の切替えを必要とする時、本システムでは本発明の回線障害検出通知方式により障害を検出し、それに基づき何らかの系切替えプロトコルが働き系を切り替えるものとする。系切替えプロトコルは本発明の範囲外とする。

#### 【0058】

本実施の形態における各装置内部のグループ分け設定を説明する。装置C5001ではグループ0に回線EC5103が属し、グループ1に回線FC5105が属し、装置D5002ではグループ0に回線ED5111が属し、グループ1に回線FD5109が属しているものとする。また、装置E5003に直接接続する全ての回線はグループ0に属するものとし、装置F5004に直接接続する全ての回線はグループ1に属するものとする。さらに、装置G5005ではグループ0に回線GE5113が属し、グループ1に回線GF5119が属し、装置H5006ではグループ0に回線HE5115が属し、グループ1に回線HF5121が属し、装置J5007ではグループ0に回線JE5117が属し、グループ1に回線JF5123が属するものとする。これまでに述べなかった装置C5001の回線5102、装置D5002の回線5107、装置G5005と装置H5006と装置J5007に計算機群を収容するための回線はグループ0にもグループ1にも属さないものとする。グループ0に属する回線およびインタフェースは前記の0系を構成し、グループ1に属する回線およびインタフェースは前記の1系を構成するものとする。なお、グループを識別する番号は装置内部で一貫した管理がなされているのであれば必ずしも各装置間で統一しておく必要はないが、ここでは統一した番号を用いて説明する。

#### 【0059】

まず、全ての装置および回線が正常に動作している時、図5のシステムでは実際には前述の系切替えプロトコルの働きによりグループ0に属する回線のみが使われているものとする。すなわち、装置G5005と装置C5001を經由してデータ通信を行う必要がある時、データは装置G5005、回線GE5113、装置E5003、回線EC5103、装置C5001を通過するものとする。こ



ここで装置E5003と装置G5005間の伝送路GE5113に障害が発生した場合の処理を説明する。

【0060】

はじめに障害を検出するのは伝送路GE5113の受信側に位置する装置E5003である。装置E5003は障害を検出すると図8に示した状態遷移に従い、伝送路EG5114にリンクアップ信号を送信することをやめ装置G5005に障害を通知すると共に、自装置の回線EG5114を収容するインタフェースを運用停止状態にし、装置内の上位層制御部に対して障害発生を通知する。装置E5003内の上位層制御部はグループ0に属する回線EG5114が障害により運用を停止したため、装置内部の同一グループ内の他の全てのインタフェースを強制的に運用停止状態にするよう指示する。この場合、装置G5003の全てのインタフェースはグループ0に属しているため、障害が発生した回線EG5114以外の全回線が強制的に運用停止状態になる。これを装置G5003に直結している装置C5001、装置D5002、装置H5006、装置J5007では回線障害と認識し、それぞれ回線EC5103、回線ED5111、回線EH5116、回線EJ5118の運用を停止する。これらの4台の装置ではそれぞれ上位層制御部が内部的に管理しているグループ0に属する回線は装置E5003と直結する回線のみであるため、処理はここで終わる。しかしさらに、装置G5005では装置E5003による伝送路EG5114の運用停止を検出し回線EG5114を収容するインタフェースを運用停止状態にすると同時に装置内の上位層制御部に対して障害発生を通知する。装置G5005内部では上位層制御部が管理しているグループ0に属する回線は回線EG5114以外には無いのでやはり処理はここで終わる。ここまでの処理で図5に示すシステムは、グループ0に属する全ての回線が運用を停止し装置E5003はシステムから切り離された状態になる。伝送路GE5113で障害が発生してからこの状態になるまでの時間は、例えばツイストペアケーブルを用いる10Base-T技術では約0.5秒程度以内と高速である。この後、このように回線障害が発生したことが系切替えプロトコルに伝えられ、システム全体の運用系が切替わり正常運転を続けることができる。なお、装置E5003自体が故障により運用を停止した場合も同

様の処理手順となる。

【0061】

また、冗長構成システムを実現するための系切替えプロトコルはOSI (Open System Interconnection) 参照モデルにおいて物理層よりも比較的高い層、例えばネットワーク層やトランスポート層で実現されることが多いため、システムのごく一部で障害が発生した場合うまく働かず系全体が切替わるのに比較的時間を要する場合がある。しかし、本方式は物理層レベルで処理をおこなうため、本方式を適用した装置を利用することにより系の切替えを高速、確実に行うことができるようになる。

【0062】

さらにまた、上記の例では1個所でも障害が発生したら系全体が切り替わるものとして説明したが、障害が発生した部位のみ切り離して部分的に系を切り替えるようにグループを設定する方法も考えられる。例えば、グループ0には回線CE5104、回線EG5114が属し、グループ1には回線CF5106、回線FG5120が属し、グループ2には回線CE5104、回線EH5116が属し、グループ3には回線CF5106、回線FH5122が属し、グループ4には回線CE5104、回線EJ5118が属し、グループ5には回線CF5106、回線FJ5124が属するよう設定し、通常はグループ0、2、4を使って運用するものとする。このとき、上記の例と同様伝送路GE5113に障害が発生した場合、グループ0だけをグループ1に切替え、その他のグループ2、4はそのまま運用を続けることにより、全体を切り替えることなく障害が発生したグループのみを切り替えて運用を継続できる。この場合、回線CE5104と回線CF5114は複数のグループに属することになるが、処理手順は同様である。

【0063】

なお、これまで図5の装置C5001～J5007をインターネットワーク装置であるかのように説明してきたが、実施の形態2の冒頭に述べたようにこれらは計算機であっても構わない。

【0064】

以上本発明の2つの実施の形態を説明したが、この説明ではIEEE802.

3方式ネットワークに適用することだけを述べた。しかし本発明はIEEE 802.3方式ネットワークに限定するものではなく、送信側伝送路と受信側伝送路を独立して持ち、全ての装置に共通に適用できる受信側伝送路の障害検出機能は持つが、全ての装置に共通に適用できる送信側伝送路の障害検出機能を持たないデータ伝送システムであれば適用することで障害検出通知を確実にすることができる。また、全ての装置に共通に適用できる受信側伝送路の障害検出機能および送信側伝送路の障害検出機能を持つデータ伝送システムであっても、本発明の方式を適用することにより障害検出通知を高速確実に処理でき、また、処理系の切り代えを確実にできるようになる場合もある。

#### 【0065】

さらに、IEEE 802.3adにおいて標準化作業中の技術であるリンクアグリゲーションを利用すると2台の装置間を接続する複数の物理的な回線を1本の論理的な回線に集約して通信する機能が提供されるが、この技術を用いた回線に本発明の方式を適用する場合を考える。例えば、それぞれの物理回線には実施の形態1記載の障害検出通知処理を実行する機能ブロックを持たせ、これらを1つに集約した論理回線には実施の形態1または実施の形態2記載の障害検出通知処理を実行する機能ブロックを持たせる。物理回線の障害は実施の形態1記載と同様の方法で検出通知するものとし、また、論理回線においては、その論理回線に属する全物理回線で障害が発生し論理回線のレベルで通信を維持できなくなった時に論理回線での障害を検出するものとする。このようにすることで、物理回線が少なくとも1本以上正常に通信できている状態では論理回線を正常に動作させることができ、かつ、全ての物理回線が正常に通信できない状態になった場合には実施の形態1または実施の形態2に記載の障害検出通知方式に従った処理を行うことができる。

#### 【0066】

##### 【発明の効果】

従来、2台の装置を複数の伝送路を内蔵する1本のケーブルを用いて相互に接続し通信をおこなうネットワークにおいて、IEEE 802.3方式ネットワークのように障害通知機能が定義されていないか、または定義されていても全ての

装置がサポートしているとは限らない場合には、回線の一部に障害が発生した場合にその障害を両端に接続している装置に確実に通知する方法が無かった。

【0067】

このような場合に、本発明の障害検出通知方法を適用すれば、回線の一部だけに障害が発生した場合でもその回線の両端に接続している装置において確実に障害を検出できるようになる。また、相手装置に障害を通知する際に全ての装置がサポートしている回線が正常に動作しているかどうか調べるための機能を用いているため、既存の機器との相互接続性を損なわない。また、本発明を適用しても相互に接続している装置間で制御用フレームのやり取りをしないため、新たにプロトコルを作る必要が無く単純な動作だけで実現可能である。

【0068】

また、本発明を適用する装置によって二重化システムを組むことにより、装置間の回線のごく一部で何らかの障害が発生しても系全体を高速、確実に切替えることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態の回線障害検出通知方式を備える装置およびその装置を用いた通信システムの一例を示す図。

【図2】

第1の実施の形態の回線障害検出通知方式による装置電源投入から正常運用開始状態または運用停止状態に至る処理手順例を示す図。

【図3】

第1の実施の形態の回線障害検出通知方式による正常運用開始状態から障害を検出して運用停止状態に至る処理手順例を示す図。

【図4】

第1の実施の形態の回線障害検出通知方式による運用停止状態から正常運用開始状態に至る処理手順例を示す図。

【図5】

第2の実施の形態の回線障害検出通知方式を備える装置を用いたネットワーク

システム構成例を示す図。

【図 6】

第 2 の実施の形態の回線障害検出通知方式を備える装置の構成例を示す図。

【図 7】

第 1 の実施の形態の回線障害検出通知方式によるインタフェースの状態遷移例を表す図。

【図 8】

第 2 の実施の形態の回線障害検出通知方式によるインタフェースの状態遷移例を表す図。

【図 9】

第 2 の実施の形態の回線障害検出通知方式による、正常運用状態から自インタフェースの障害を検出して運用停止状態に至る処理手順例を示す図。

【図 1 0】

第 2 の実施の形態の回線障害検出通知方式による、正常運用状態から同一グループに属する他インタフェースの障害を検出して運用停止状態に至る処理手順例を示す図。

【図 1 1】

第 2 の実施の形態の回線障害検出通知方式による、障害が発生した回線を収容するグループに属する全回線制御部が運用停止状態に至る際の上位層制御部の処理フローを示す図。

【図 1 2】

第 2 の実施の形態の回線障害検出通知方式による、グループ全体の運用停止の要因となった障害発生回線において障害から復旧したことによりグループに属する全回線制御部が運用状態に至る際の上位層制御部の処理フローを示す図。

【図 1 3】

第 2 の実施の形態の回線障害検出通知方式におけるグループ記憶手段 1 0 1 9 のテーブル構成例を示す図。

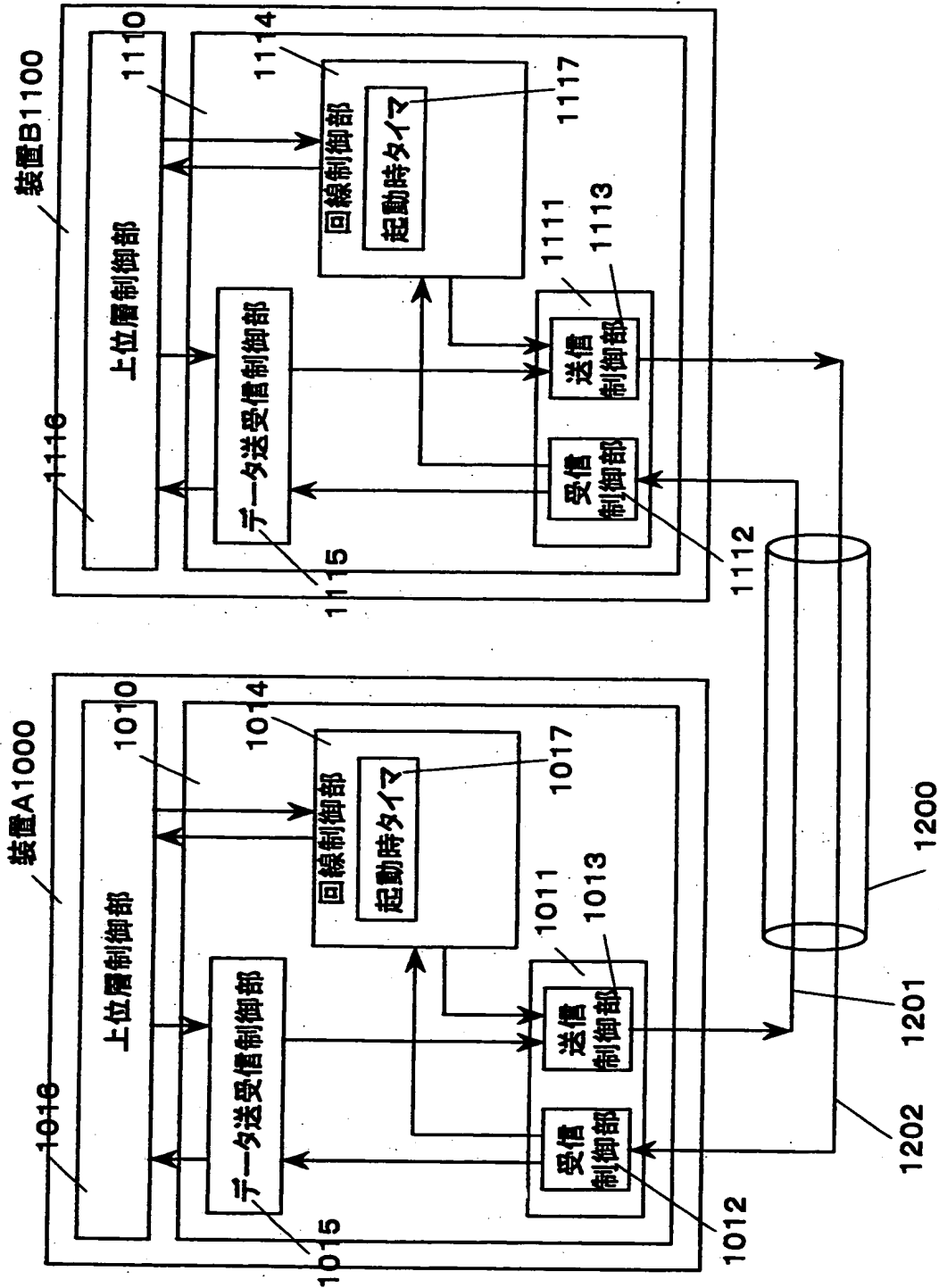
【符号の説明】

1 0 0 0、1 1 0 0： 装置 A、装置 B

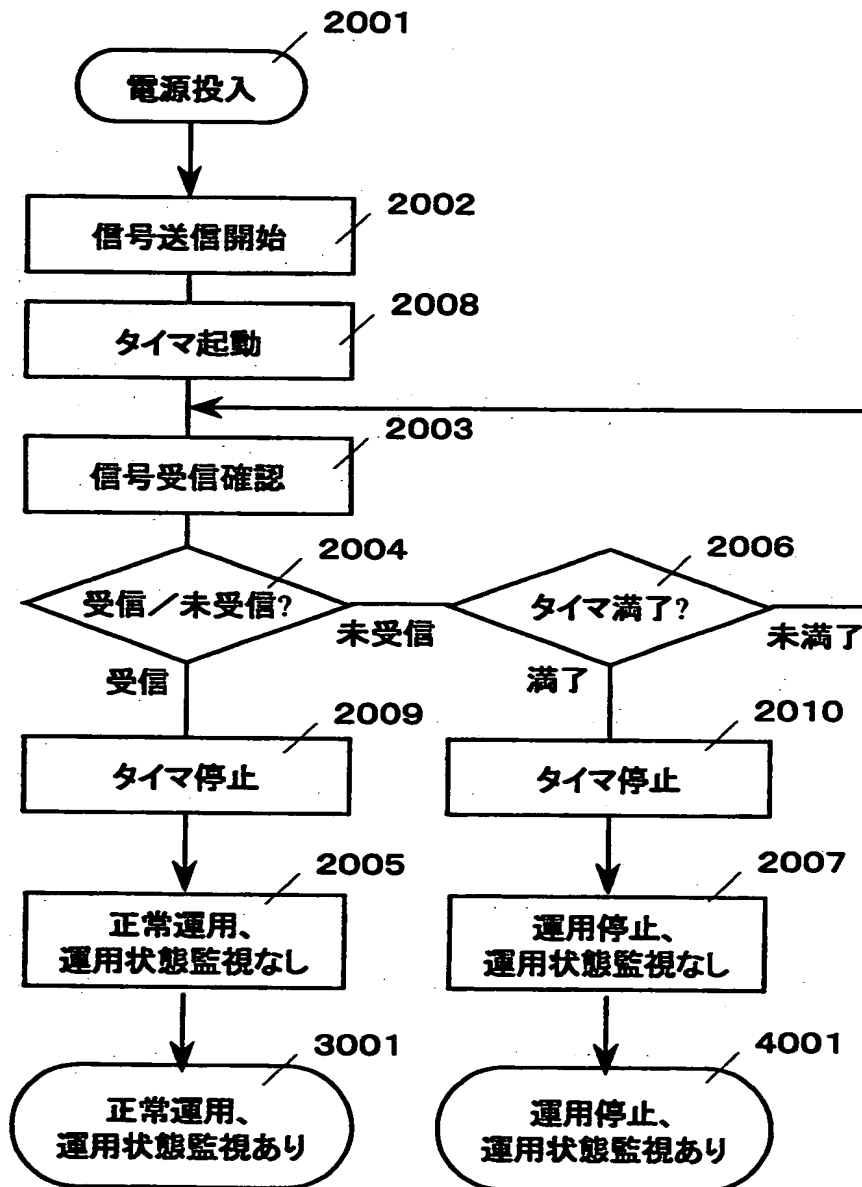
1010、1110、1020： ネットワークインタフェース  
1011、1111、1021： 物理層制御部  
1012、1112、1022： 受信制御部  
1013、1113、1023： 送信制御部  
1014、1114、1024： 回線制御部  
1015、1115、1025： データ送受信制御部  
1016、1116： 上位層制御部  
1017、1117、1027： 起動時タイマ  
1018、1028： 回線運用停止要因記憶手段  
1019： グループ記憶手段  
1200、1210、1220： 装置A、装置Bを相互に接続する回線  
1201： 装置A1000から装置B1100へデータを送信する伝送路  
1202： 装置B1100から装置A1000へデータを送信する伝送路  
5001～5007： 装置C、D、E、F、G、H、J  
5101～5124： 装置C～装置Jを相互に接続する伝送路

【書類名】 図面

【図 1】

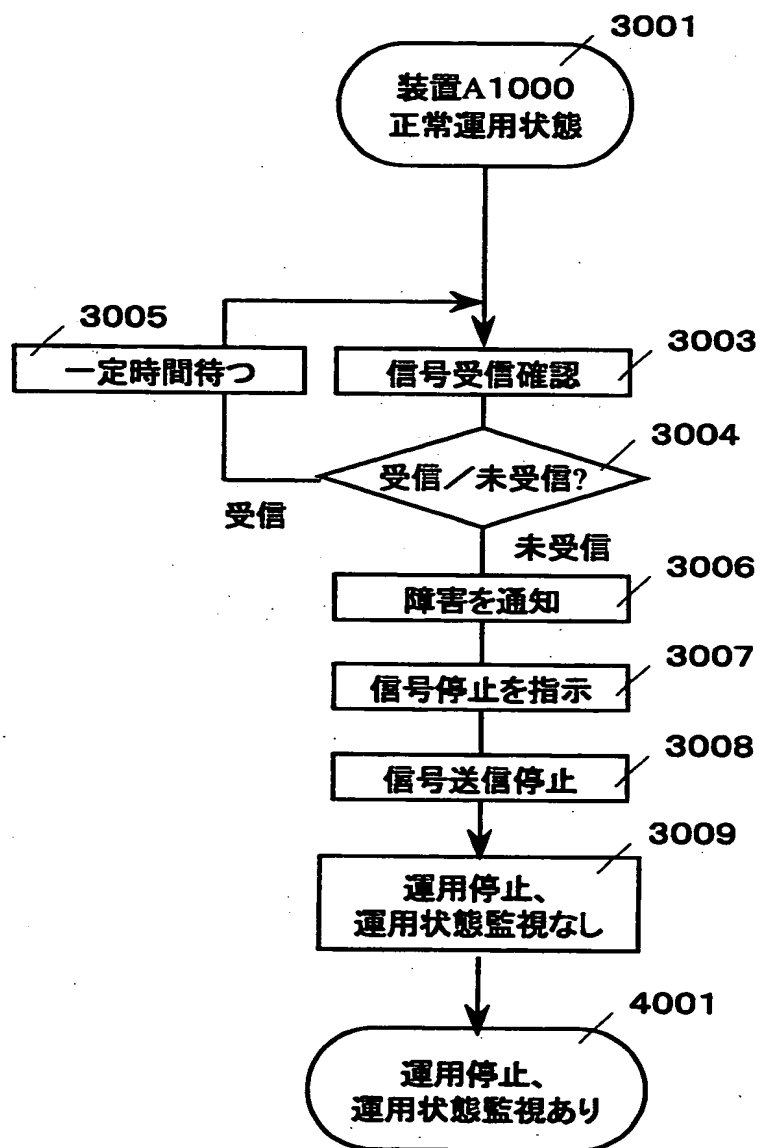


【図 2】

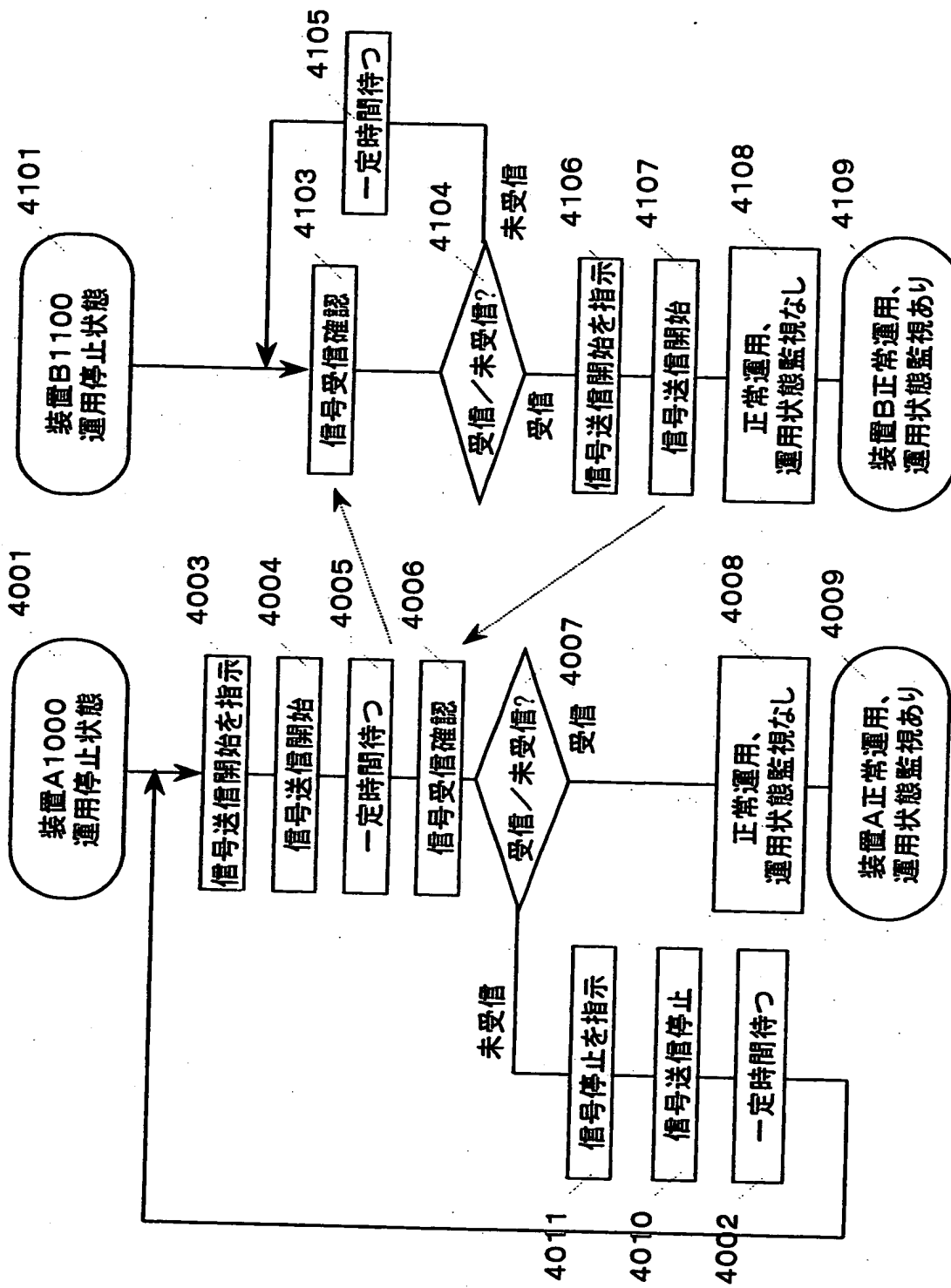




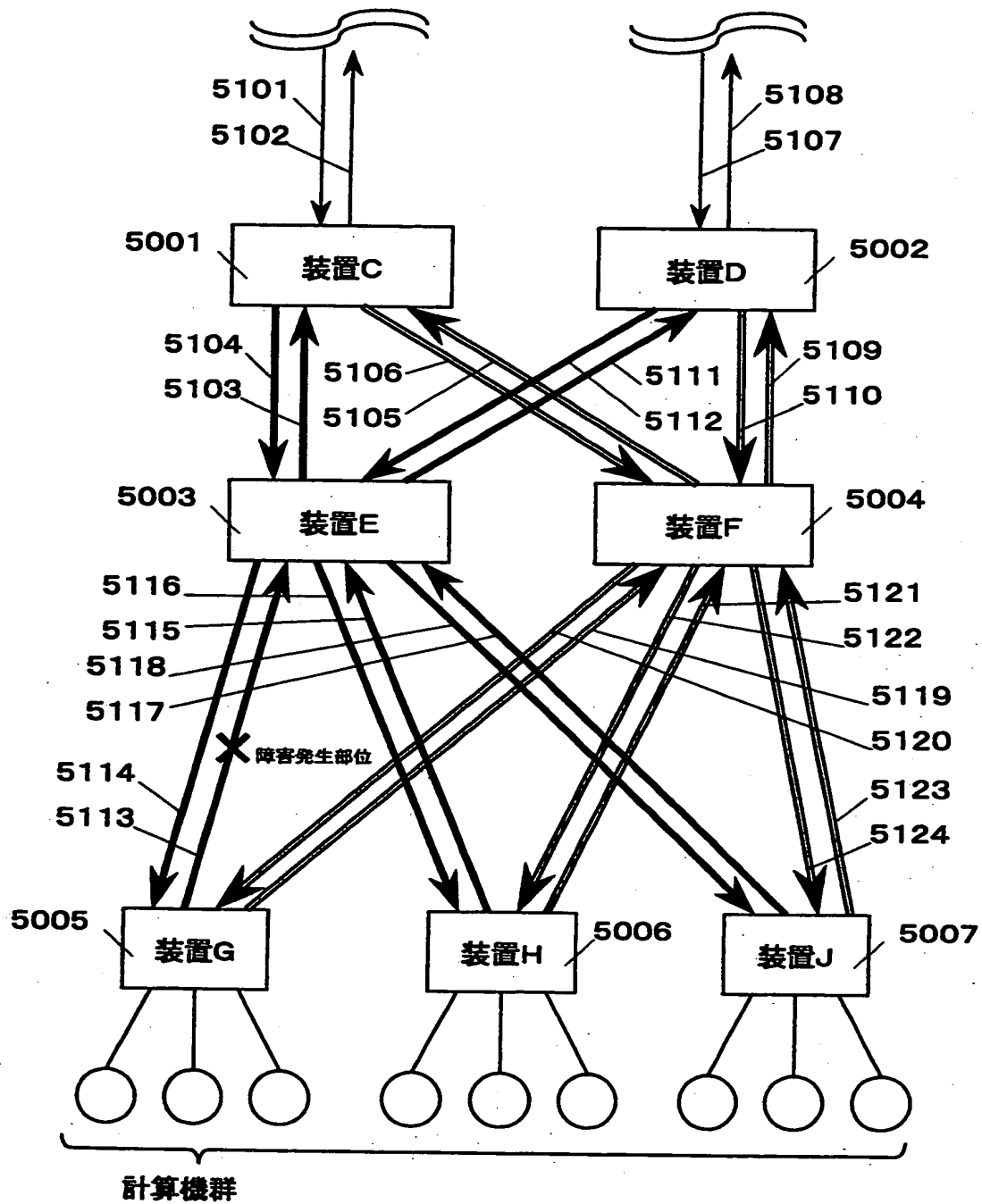
【図 3】



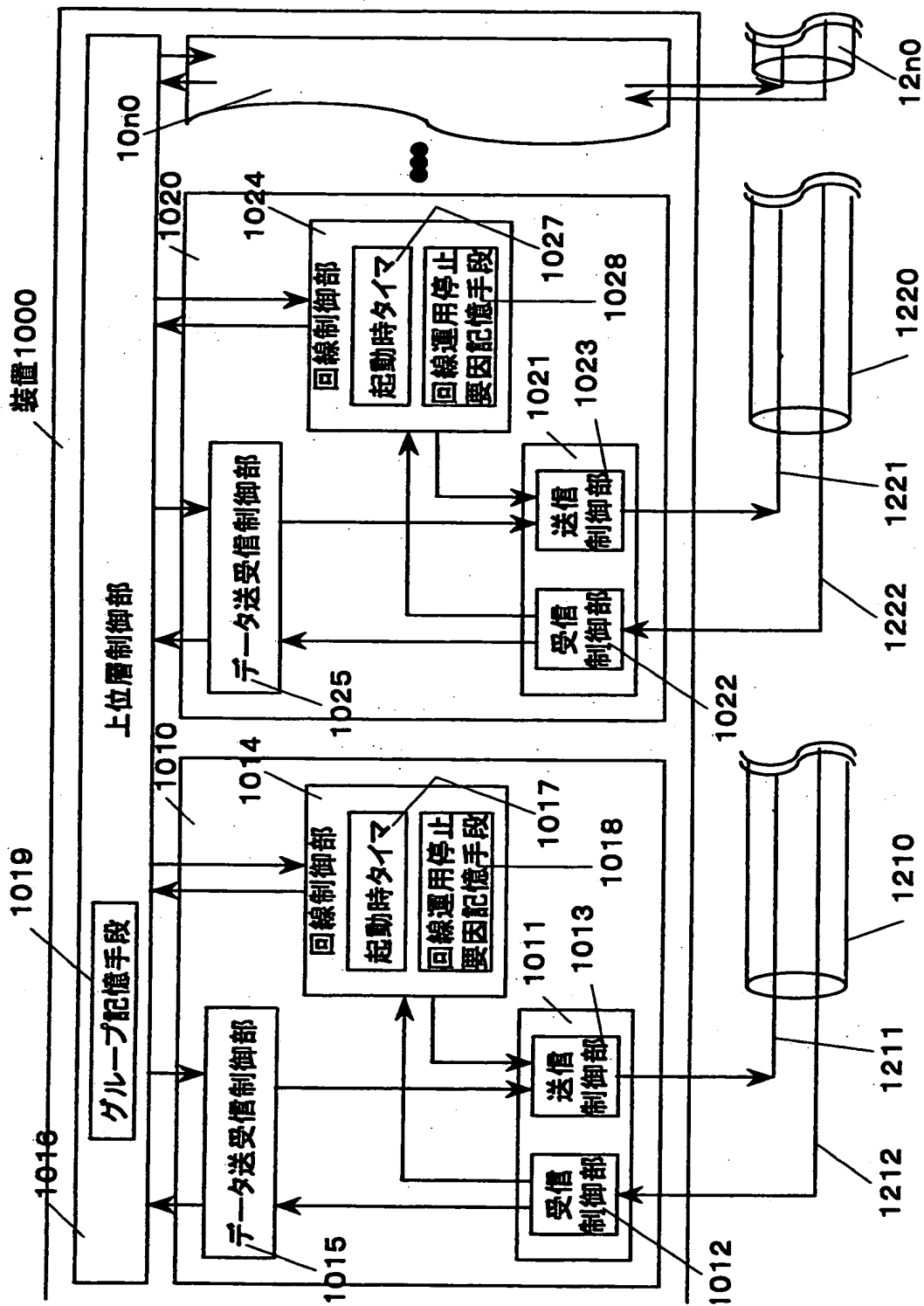
【図 4】



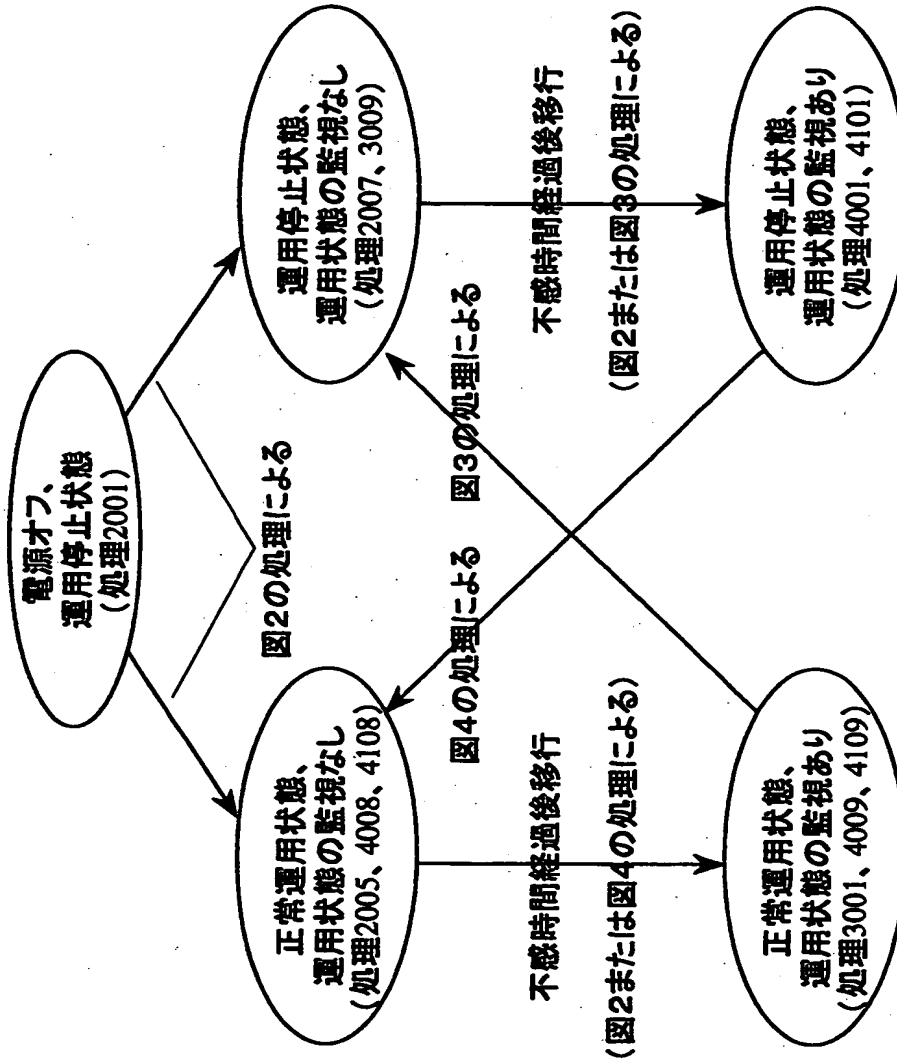
【図 5】



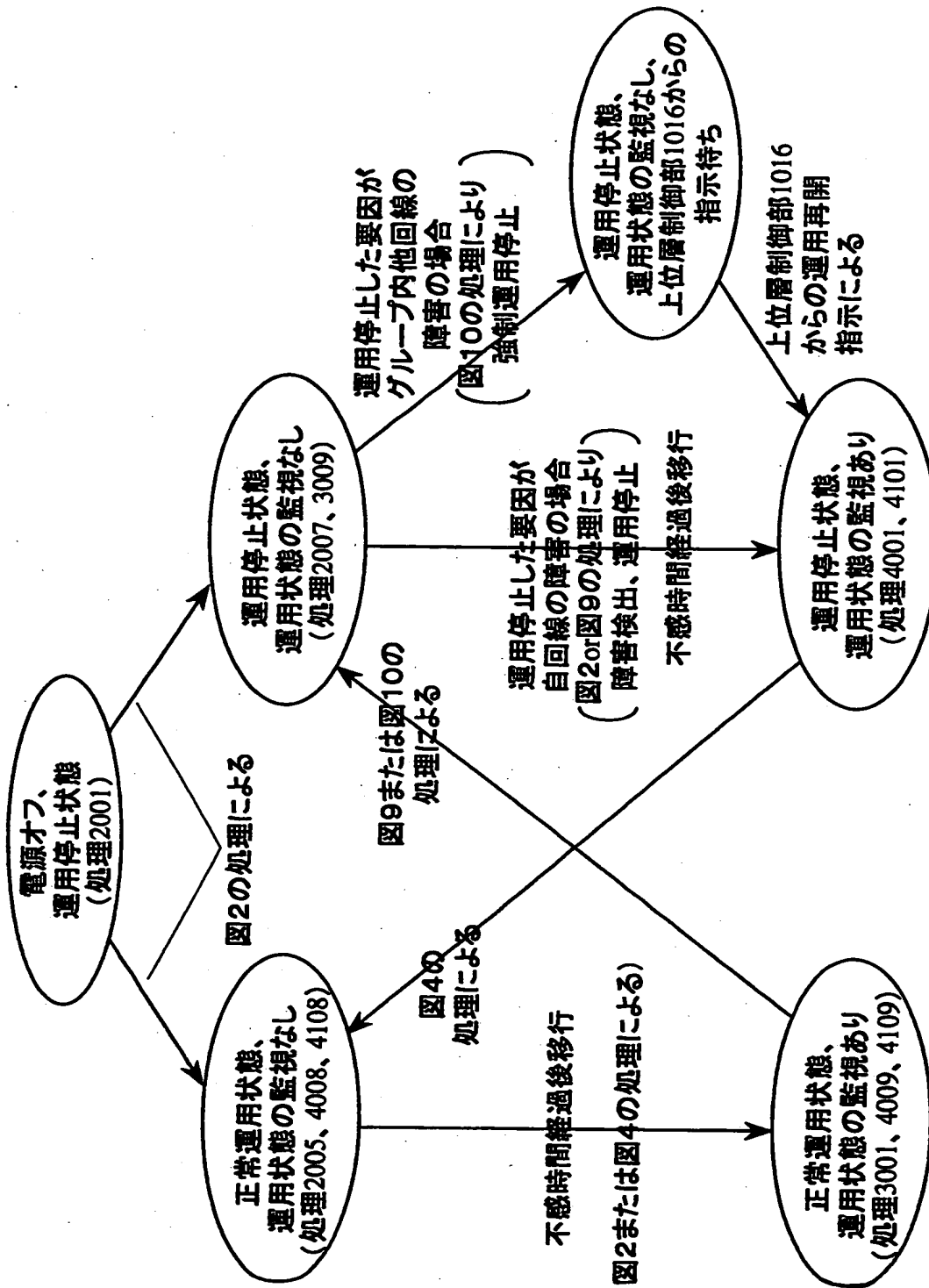
【図 6】



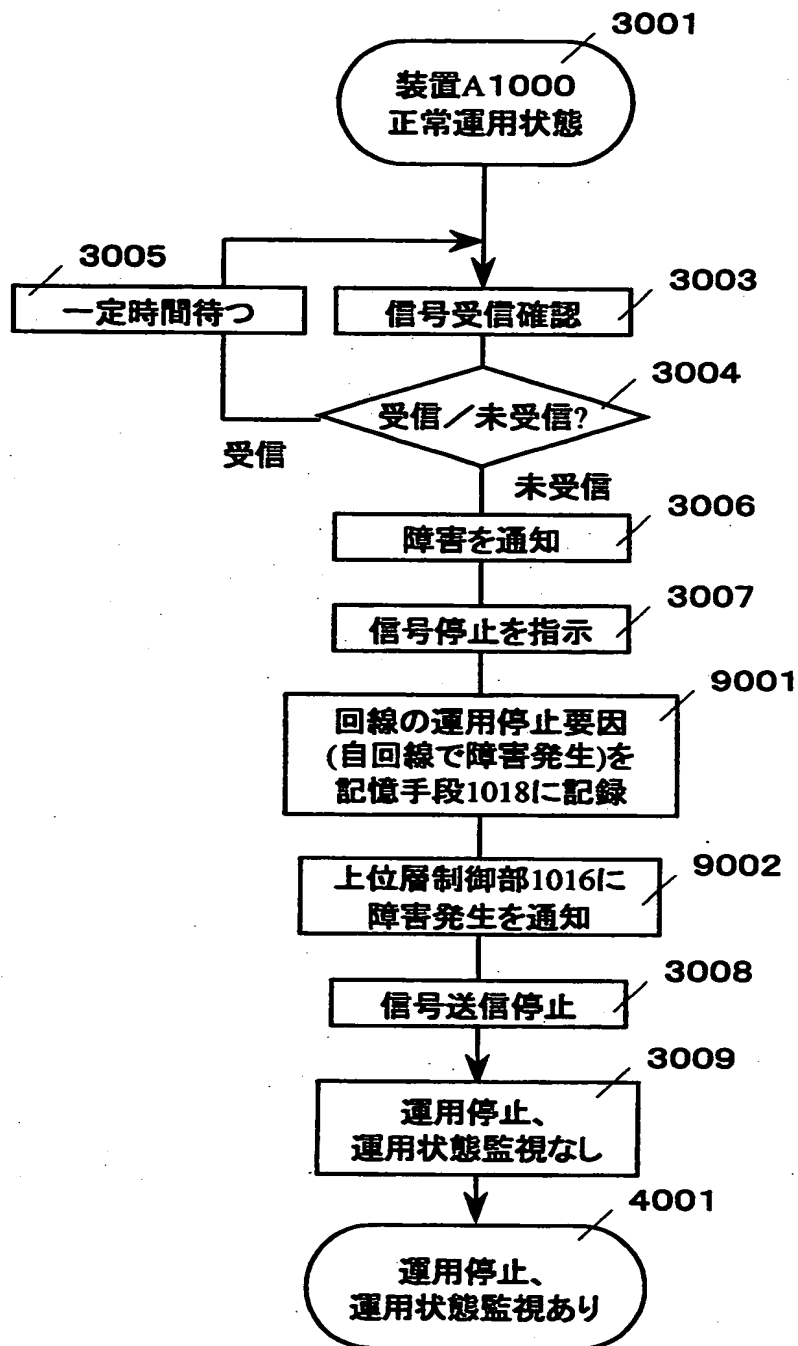
【図 7】



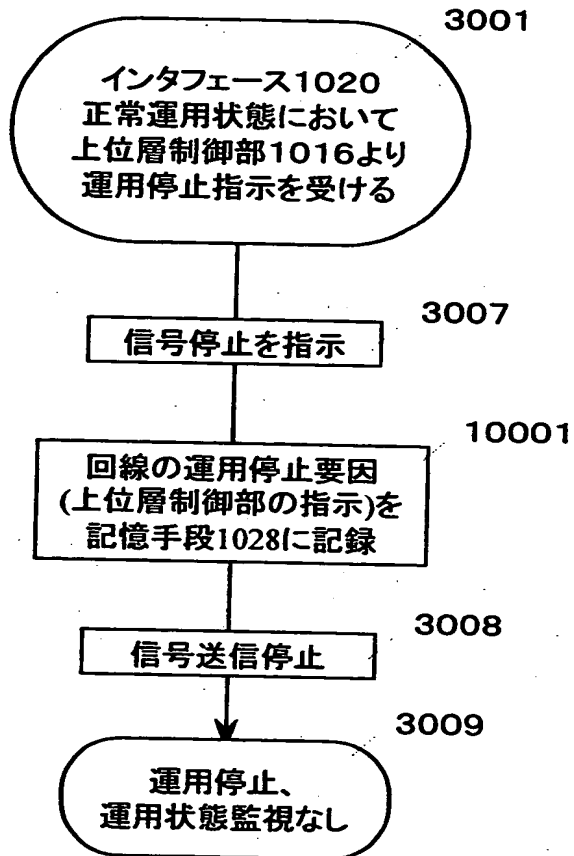
【図 8】



【図 9】

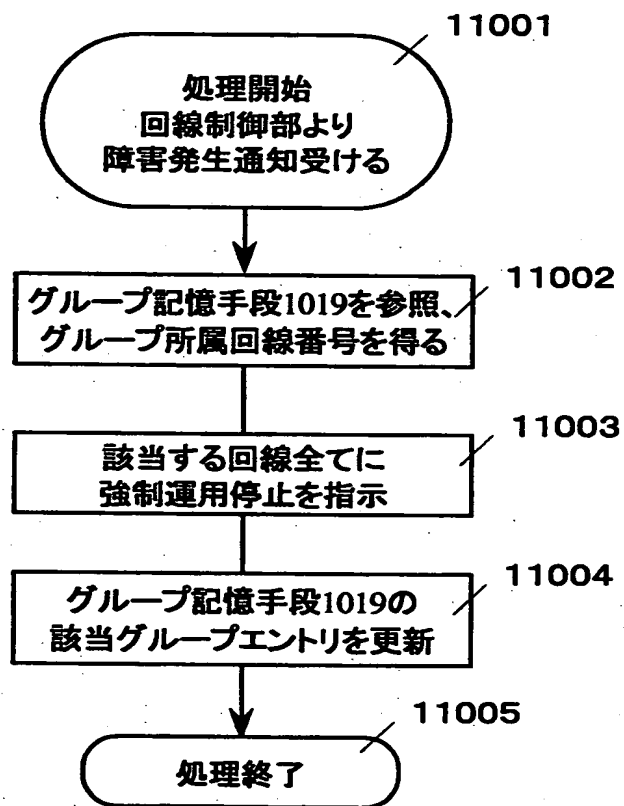


【図 10】

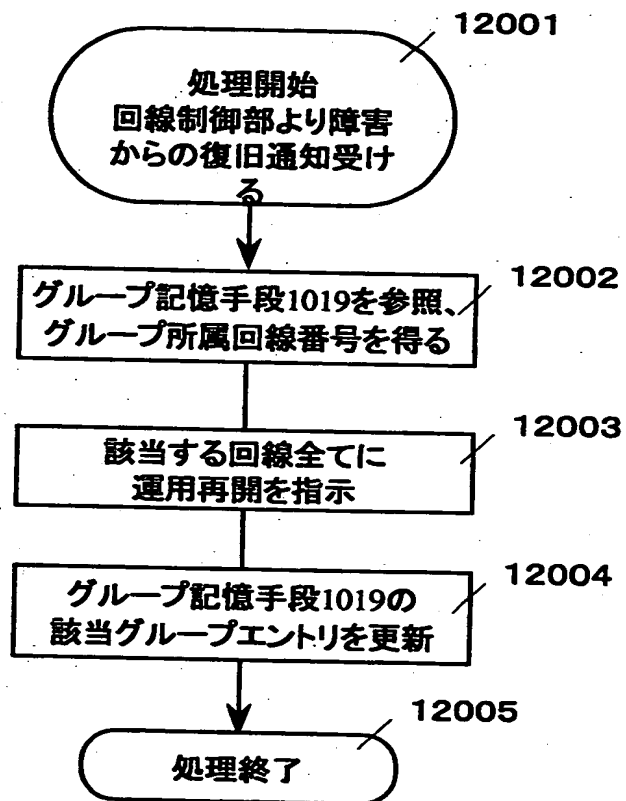




【図 1 1】



【図 12】



【図 13】

グループ番号 回線制御部 番号	1	2	3	4	5	
1014	×	-	-	-	-	● ● ●
1024	△	-	-	-	-	● ● ●
1034	-	○	-	-	-	● ● ●
1044	-	○	-	-	-	● ● ●
1054	-	○	-	-	-	● ● ●
1064	-	-	○	-	-	● ● ●
● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●

- グループメンバでない
- グループメンバ、正常運用中
- × グループメンバ、障害により運用停止中
- △ グループメンバ、グループ内他回線の障害により運用停止中

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回線の一部又は相手装置に障害が発生した場合でも確実に障害を検出する。

【解決手段】 送信制御部 1013、1113 は、回線制御部 1014、1114 の指示に従って、データを送信していない期間に伝送路 1201 に対して、相手装置で接続性を確認する等のための利用可否を示す信号を送信する。受信制御部 1012、1112 は、伝送路 1202 に流れている利用可否を示す信号を受信することにより相手装置と伝送路又は装置に障害がないことを確認して、回線制御部 1014、1114 に通知する。回線の動作状態を調べるためにデータを送信していない期間に送る利用可否を示す特別な信号を利用し、一方の伝送路又は装置で障害が検出された時にはもう一方の伝送路にこの信号を意図的に送らないことにより相手装置に障害を通知する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏 名 株式会社日立製作所